



הטכניון
מכון טכנולוגי לישראל



מוסד שמואל נאמן
למחקר מתקדם במדע וטכנולוגיה

סיכום והמלצות דיון פורום האנרגיה מס' 2
מוסד שמואל נאמן, הטכניון

מערכות משולבות ליצירת חום וחשמל (קוגנרציה)

פרופ' גרשון גרוסמן
ד"ר אופירה אילון



2

22.5.06

מערכות ייצור משולב של חשמל וחום-

קוגנרציה

סיכום והמלצות דיון פורום האנרגיה של מוסד שמואל נאמן,

הטכניון

מיום 22 במאי 2006

נערך ע"י:

פרופ' גרשון גרוסמן

ד"ר אופירה אילון

יולי 2006

רשימת משתתפי הפורום:

יו"ר: פרופ' גרשון גרוסמן - מוסד שמואל נאמן, והטכניון – מכון טכנולוגי לישראל
ד"ר אופירה אילון - מוסד שמואל נאמן למחקר מתקדם במדע וטכנולוגיה
אורן ארמבן - ועדת האנרגיה, התאחדות התעשיינים
אדי בית הזבדי – אגף שימור אנרגיה, משרד התשתיות הלאומיות
ד"ר יבגניה ברנשטיין - ממונה על מקורות אנרגיה, המשרד להגנת הסביבה
אהרון גרבלי - מפעלי ניר אמריקאים ישראלים
דן וינשטוק – מינהל החשמל, משרד התשתיות הלאומיות
אלי וסרמן - קיבוץ שובל
אברהם זבדי - יועץ לתחנות כוח וקוגנרציה
פרופ' דן זסלבסקי – המועצה הלאומית למו"פ
ד"ר מרים לב-און – The Levon Group LLC
ד"ר פרי לב-און – The Levon Group LLC
חיים מלמד – מינהל החשמל, משרד התשתיות הלאומיות
יחיאל מנוחין - טכנולוגיות לשימור הסביבה בע"מ
סלע נהרי - יועץ למיזוג אוויר וקוגנרציה
יוסף נוברסקי - יועץ לשימור אנרגיה וקוגנרציה
שמעון עטר – חיפה כימיקלים דרום בע"מ
אורן עזריה - עמותת אדם, טבע ודין
חיים פרנץ - מפעלי ים המלח בע"מ
משה פרץ – נילית בע"מ
דוד רודיק - אגף שימור אנרגיה, משרד התשתיות הלאומיות

<u>עמוד</u>	<u>תוכן העניינים</u>
4	פרק 1 : הקדמה
5	פרק 2 : רקע
8	פרק 3 : מידע בנושא מערכות קוגנרציה
13	פרק 4 : דיון
17	פרק 5 : סיכום והמלצות

נספחים

18	נספח 1 : החלטות ממשלה רלוונטיות בתחום הקוגנרציה ויצרני חשמל פרטיים
21	נספח 2 : תקנות משרד התשתיות בתחום הקוגנרציה ויצרני חשמל פרטיים
24	נספח 3 : פרמיות המחירים של הרשות לשירותים ציבוריים חשמל
28	נספח 4 : תכנית פורום האנרגיה בנושא מערכות קוגנרציה, 22.5.06

1. הקדמה

מוסד שמואל נאמן למחקר מתקדם במדע וטכנולוגיה, במסגרת פעילותו בתחום האנרגיה, מקיים מפגשי "פורום אנרגיה" המוקדשים לדיון בנושאים בעלי חשיבות לאומית בתחום זה. בפורום האנרגיה מתקיים דיון ממוקד בנושאים מוגדרים, בהשתתפות צוות מומחים המוזמנים לפי הנושא. המטרה היא להתרכז בשאלות רלבנטיות ומוגדרות, לתאם בין הגורמים ולהגיע להמלצות על דרכי פעולה לקידום הנושא, שניתן להציגן בפני מקבלי החלטות.

ממשלת ישראל קיבלה בעבר שתי החלטות, אשר תכליתן לקדם ייצור חשמל ע"י יצרנים פרטיים בכלל (1999) ושימוש בקוגנרציה בפרט (2002). נוסח מקוצר של ההחלטות מובא בנספח מס' 1.

לאור זאת, הוקדש המפגש השני בסדרה, נושא דו"ח זה, **למערכות הפקה משולבת של חשמל וחום (מערכות קוגנרציה)** בהן קיים פוטנציאל לשימור וחסכון באנרגיה, התייעלות, שיקולי בטחון לאומי והפחתת פליטות גזי חממה. המפגש נערך ב-22 במאי, 2006 במוסד שמואל נאמן בטכניון והשתתפו בו כ-20 מומחים בנושא מתחומי התעשייה, האקדמיה והממסד הממשלתי והציבורי. המשתתפים בפורום, שנבחרו בקפידה עקב מומחיותם, מהווים, ללא ספק, קבוצה ייחודית ובעלת סטאטוס מקצועי ראשון במעלה בתחום האנרגיה בכלל ובתחום מערכות הקוגנרציה בפרט.

בחלקו הראשון של המפגש הציגו חלק מן המשתתפים מידע על פעילות בארץ ובעולם בנושא הקוגנרציה, שיקולים טכנולוגיים וכלכליים הנוגעים למערכות אלה ועוד. מצגות המשתתפים נמצאות באתר מוסד ש. נאמן: <http://www.neaman.org.il/> (אירועים). בחלק השני התקיים דיון פתוח על המידע שהוצג ועל המסקנות האופרטיביות שיש להפיק ממנו.

תמצית הדיונים מסוכמת בדו"ח להלן, תוך כוונה להגישו למקבלי ההחלטות במטרה ליצור מומנטום שיביא את מדינת ישראל להכיר בתרומת מערכות הקוגנרציה להעלאת היעילות האנרגטית של מתקני הפקת אנרגיה, לצמצום התלות בספקים חיצוניים, ל"יישור" קו הצריכה ולהפחתת זיהום אוויר. משתתפי הפורום תמימי דעים שיש צורך במתן פרמיות הוגנות ליצרנים הפרטיים, לצד פעולות הסברה ציבוריות להגברת המודעות בנושא אצל משתמשים פוטנציאליים. יש לקוות שהמסקנות ימצאו אוזן קשבת בממשלה ובממסד.

2. רקע

2.1: מערכות קוגנרציה – עקרונות בסיסיים

בעת ייצור חשמל ממקורות חום בטמפרטורה גבוהה (כגון זו המתקבלת משריפת דלקים שונים או אנרגיה גרעינית) נוצרת כמות נכבדה של חום שיורי הנפלט בטמפרטורה נמוכה. כמות החום השיורי, הנתפס לכאורה כ"בזבוז" אנרגיה, נקבעת משיקולים תרמודינמיים ותלויה בין השאר בטמפרטורות העבודה, כפי שיוסבר להלן. בתחנות כוח מרכזיות כגון אלה המופעלות ע"י חברת החשמל, אין בדרך כלל שימוש לחום השיורי, שערכו התרמודינמי נמוך, והוא נפלט לים או לאוויר הסביבה ליד התחנה. במקרים מסוימים מוצע להשתמש בו להתפלת מים או להסקה מרכזית (District Heating) בארצות קרות. לעומת זאת, יצרן פרטי שהינו צרכן גם של חום וגם של חשמל, יכול לעשות שימוש בחום השיורי ולהגדיל במידה ניכרת את היעילות האנרגטית של ניצול מקור החום הראשוני. כדוגמה לכך ישמש מפעל תעשייתי הזקוק לחום תהליך, בנוסף לחשמל, או מלון המשתמש גם בחשמל וגם בחום - לחימום בחורף ולמיזוג אוויר בקיץ. במקרה כזה יש יתרון לצרכן פרטי זה לייצר לעצמו את החשמל, במקום לרכשו מחברת החשמל, ולהשתמש בחום השיורי. ייצור משולב של חשמל וחום (CHP = Combined Heat and Power) ידוע גם בשם קוגנרציה (Co-Generation).

נצילות ייצור החשמל ממקור החום הראשוני (שבטמפרטורה הגבוהה) מוגדרת כיחס בין כמות החשמל המתקבלת לבין כמות החום המושקעת, ומהווה שיקול מרכזי בבחירת התהליך. הגבול העליון לנצילות התרמית (הידוע כנצילות Carnot) נקבע משיקולים תרמודינמיים ותלוי בטמפרטורות העבודה: הנצילות משתפרת ככל שטמפרטורת אספקת החום גבוהה יותר וככל שטמפרטורת גריעת החום נמוכה יותר. הנצילות המעשית נמוכה מן הנצילות התרמית וכמובן מן הגבול העליון הנ"ל, עקב שיקולים מעשיים. בקביעת נצילות ייצור החשמל מתעלמים מערכו של החום השיורי, שכאמור בד"כ נפלט לסביבה כשמדובר בתחנות כוח מרכזיות. במתקני קוגנרציה, לעומת זאת, מצטרף החום השיורי לחשבון היעילות האנרגטית הכוללת אצל הצרכן. לכך מתלווה חיסכון באנרגיה למשק הלאומי, הקטנת התלות בדלק מיובא, יישור שיאי ביקוש ויצירת רוזבה הולמת במשק החשמל וכמובן, חיסכון בזיהום. על כן קוגנרציה אינה רק אינטרס של היצרן/צרכן הפרטי אלא גם של המשק הלאומי, והמדינה חייבת לעודד פעולות כאלה. על כך ניתן ללמוד לא מעט מן הנעשה במדינות מפותחות בעולם.

2.2: המצב בעולם

בטבלה להלן מוצגת התרומה הכוללת של הקוגנרציה למשק החשמל במדינות אירופה (החברות בקהילייה האירופית) בשנת 1998 (מתוך <http://eippcb.jrc.es/pages/FActivities.htm>).

Member State	CHP electricity (GWh)	Proportion of thermal electricity (%)	Proportion of total electricity (%)
Belgium	3410	9.6	4.1
Denmark	25591	66.9	62.3
Germany	41770	11.3	7.5
Greece	981	2.3	2.1
Spain	21916	22.2	11.2
France	12660	22.7	2.5
Ireland	404	2.0	1.9
Italy	44856	21.6	17.3
Luxembourg	329	87.7	22.5
Netherlands	47835	55.4	52.6
Austria	14268	76.2	24.8
Portugal	3288	12.8	8.4
Finland	25128	75.6	35.8
Sweden	9544	95.5	6.0
United Kingdom	18644	7.4	5.2
Overall EU-15	270624	21.0	10.9

כפי שניתן לראות, בעוד הממוצע עומד על כ-11%, הרי שמדינות קרות כמו דנמרק והולנד מציגות שיעורים גבוהים של 62% ו-52%, בהתאמה, ולעומתן מדינות כמו יוון ואירלנד מציגות אחוזים בודדים. בצרפת, הנשענת על אנרגיה גרעינית, עומד שיעור הקוגנרציה על 2.5% בלבד. הדירקטיבה האירופית לנושא הקוגנרציה (2004/8/EC) הציבה יעד של הפקת 18% מהחשמל ע"י קוגנרציה עד שנת 2010. מטרת הדירקטיבה נזרות מהצורך להגדיל את היעילות של מתקני הפקת האנרגיה באירופה, להגדיל את החיסכון, לצמצם את התלות בגורמי חוץ המספקים חומרי דלק וכמובן, להפחית פליטות גזי חממה.

2.3 הסביבה העיסקית של יצרני חשמל פרטיים בשיטת הקוגנרציה בישראל.

משק החשמל הישראלי, עקב אופיו הריכוזי והיותו מנותק מרשתות החשמל של מדינות שכנות, מחוייב לספק בעצמו את כל הביקושים. הרזרבות של חברת החשמל לא תמיד מספיקות על מנת לספק את שיאי הביקוש. מדיניות הממשלה, כפי שהיא מתבטאת בהחלטותיה, היא לגוון את מקורות האנרגיה ולעודד יצרנים פרטיים, אשר לא רק יתרמו להגדלת הרזרבות אלא גם יניעו את משק החשמל לתחרות ולהתייעלות. יזם פרטי המעוניין להקים תחנת כוח פרטית, המייצרת חשמל וחום במערכת קוגנרציה חייב לעבוד בסביבה עיסקית ידועה מראש אשר על בסיסה הוא יכול להעריך את ההחזר על השקעתו. לשם כך קיבלה ממשלת ישראל החלטה בשנת 1999 בנושא יצרני חשמל פרטיים והחלטה נוספת, הנוגעת ישירות לנושא הקוגנרציה, בשנת 2002. פרטי החלטות מופיעים בנספח מס' 1.

לאור החלטות אלה נדרש משרד התשתיות הלאומיות לתקן תקנות הן בנושא עידוד היצרנים הפרטיים בכלל ויצרנים בקוגנרציה בפרט. התקנות נועדו להסדרה של הכללים הנוגעים לייצור חשמל פרטי בישראל, להגדיל את כושר הייצור של החשמל ולייצר רזרבה במשק החשמל בארץ.

מטרת התקנות הדנות בקוגנרציה היא לעודד ולתמרץ הקמתם והפעלתם של מתקני קוגנרציה תוך שמירה על הנצילות הקבועה בתקנות ותוך שמירה על יתרונות נוספים המשמשים לטובת הציבור, הגלומים בייצור באמצעות מתקן הקוגנרציה לעומת מתקני ייצור חשמל אחרים. מטרת התקנות בנושא יצרני חשמל פרטיים היא לעודד הקמתם והפעלתם של מתקני ייצור חשמל פרטיים בהתאם לעקרונות של מזעור עלויות הייצור במשק ועידוד מכירת חשמל של יצרנים פרטיים לצרכנים, ולהבטיח שהיצרן הפרטי יוכל למכור את כל עודפי האנרגיה שהוא מייצר. עיקרי התקנות מופיעים בנספח מס' 2.

הסדרת מכירת החשמל לרשת מבוצעת ע"י הרשות לשירותים ציבוריים- חשמל. הרשות פועלת בשני תחומים: הענקת רשיונות ייצור עפ"י סוג היצרן ואופן ההתחברות לרשת. היצרן יכול להיות עצמי, קונבנציונאלי, יצרן בקוגנרציה או יצרן אנרגיה מתחדשת ואופן ההתחברות יכול להיות במתח עליון, גבוה או בכל הרמות.

מהנתונים המתפרסמים באתר הרשות עולה כי יצרנים בקוגנרציה המחברים לרשת במתח גבוה יוכלו למכור עד 100% מהייצור לרשת; ואילו יצרנים המחברים במתח עליון יוכלו למכור עד 70% בשעות הפסגה והגבע לאופק של 12 שנה או 50% ל-18 שנה. בשעות השפל יוכלו למכור 35 MW או 20% מההספק המותקן (הגדול מביניהם).

התחום השני בו פועלת הרשות הוא ע"י קביעת תעריפים ליצרנים. מידע לגבי התעריפים מוצג בנספח מס' 3.

3. מידע בנושא מערכות קוגנרציה

בבואנו לדון בסוגית כדאיות הפקת אנרגיה בטכנולוגיה זו עלינו לבחון את השיקולים הבאים ולזהות את הבעיות, החסמים והדרכים להתגבר עליהן:

- טכנולוגיות המתאימות לייצור חשמל בקנה מידה המתאים ליצרן פרטי, ועלות ההשקעה בהן.
- הדלקים העומדים לרשותו של היצרן הפרטי ועלותם, לעומת אלה העומדים לרשות חברת החשמל.
- מכשולים משיקולי איכות סביבה העומדים בפני ייצור חשמל בקוגנרציה.
- תהליכי רישוי ממלכתיים, מקומיים ואחרים הקשורים למתקני קוגנרציה.
- האינטראקציה עם חברת החשמל בנושא קניית/מכירת חשמל, והיכולת למכור לרשת חשמל "ירוק".

בחלק זה של הדו"ח ניתנת תמצית המידע שהוצג ע"י חלק מן המשתתפים, כל אחד לפי בחירתו ומומחיותו. המצגות שהוכנו ע"י הדוברים מוצגות באתר של מוסד נאמן (<http://www.neaman.org.il>). מטבע הדברים, קיימת חפיפה מסוימת בין הדוברים השונים, אולם עורכי הדו"ח החליטו להביאם כאן כפי שהוצגו ובאותו סדר (ראה תכנית הפרוסם בנספח 4). מידע זה חשוב ומהווה בחלקו בסיס לדיון הפתוח שהתקיים לאחר מכן, כפי שמובא בפרק 4.

חיים מלמד, משרד התשתיות הלאומיות, מינהל החשמל:

הגדרות קוגנרציה בעולם

בהרצאה הושם הדגש על שתי נקודות עיקריות: יתרונות מערכות להפקה משולבת של חשמל וחום וההגדרות השונות, כולל יעדי הנצילות, במערכות קוגנרציה בעולם.

יתרונות מערכות קוגנרציה כוללים נצילות גבוהה וחסכון בדלקים, הפחתת עלויות ייצור בתעשייה ובייצור החשמל, ייצור בעל אופי יציב וניתן לתאום עם מערכת החשמל, הגדלת רוזבות במשק החשמל תוך דחיית הקמה של תחנות קונבנציונאליות חדשות, קידום השקעות פרטיות במשק המדינה, הפחתת פליטות זולה ביחס למתקני ייצור ממקורות אנרגיה מתחדשים, קידום תחרות במשק החשמל, מתן תמריץ לפיתוח משק הגז הטבעי וכן חסכון בקרקע לתחנות כוח חדשות ופרוזדורי רשתות.

בארה"ב נדרשים מתקנים בגודל עד 50 MW להגיע לנצילות כוללת של 60%, ואילו מתקנים בגודל שלמעלה מ-50 MW ל-70%.

באירופה עד 2001 נדרשה נצילות שלמעלה מ-60% (בחישוב של 75% אנרגיה תרמית) ועבור השנים 2006-2010 - למתקנים בהספק מעל 25 MW תידרש נצילות מזערית של 70% ולמתקנים המוגדרים High-efficiency cogeneration - חיסכון בדלק מעל 5% ביחס לייצור חשמל ואנרגיה תרמית נפרדים. הדירקטיבה האירופית (2004/8/EC) מגדירה את יעדי המסגרת, כאשר כל מדינה באיחוד קובעת לעצמה את היעדים וכן את הכלים הכלכליים לתמרוץ.

היקף הקוגנרציה במדינות קרות עולה במידה ניכרת על ההיקפים במדינות חמות (בגלל נושא החימום האיזורי בחורף). במקום הראשון בעולם עומדת דנמרק, המספקת כבר כיום 50% מתצרוכת החשמל הלאומית בקוגנרציה, ואחריה הולנד ופינלנד.

השיקולים לקביעת יעדים ליישום קוגנרציה הם: (1) פוטנציאל הטכנולוגיה (מערכות הסקה מרכזית, סוג התעשייה). בישראל, לעומת אירופה, הפוטנציאל נמוך יותר הן משום שאין תעשיות רבות הצורכות

חום תהליך באופן מסיבי ואין צורך בחימום עירוני של מבנים. (2) עתודות ייצור במשק החשמל. בישראל, הרזרבה עומדת על אפס ובשיא הביקוש עלולות בטווח הקצר להיווצר בעיות אספקה. יישום קוגנרציה יכול "לגלח" את שיאי הביקוש ולהקטין בעיית הרזרבה. (3) עתודות קרקע במדינה. יישום קוגנרציה יסייע בחסכון בקרקע - אחת הבעיות המרכזיות של ישראל. (4) פוטנציאל ייצור מאנרגיה מתחדשת ועדי הפחתת הפליטות. בישראל ניתן להפיק אנרגיה מתחדשת בעיקר ממקור סולארי. שוב, בגלל עתודות הקרקע המצומצמות, הרי שיישום קוגנרציה יכול להפחית את הצורך במשאבי קרקע ליישום טכנולוגיות סולאריות. (5) היקף אנרגיה לא מפוקחת ברשת החשמל. בישראל היקף זה נמוך, לעומת עשרות אחוזים באירופה. יישום קוגנרציה מסייע להסדרת הבעיה. (6) קיום והיקף תמיכה (פרמיה ביצור, מענקי הקמה, הקלות מס. כפי שיוצג בהמשך, קיימות מספר חלופות ואמצעים למימון פרויקטים ליישום קוגנרציה. (7) אופי משק החשמל. בישראל כיום המבנה מונופוליסטי, דבר הגורם לצמצום חדירת יזמי קוגנרציה למשק החשמל.

מנגנוני תמיכה במערכות קוגנרציה כפי שניתנים בעולם הם כדלקמן: (1) תעריף לייצור במשק בתוספת פרמיה (ידוע בצרפת, גרמניה, איטליה). (2) סבסוד הקמה (ארה"ב). (3) תעריף ייצור משוקלל במשק לפי מקבצי התע"ז: הוצאות קבועות ו-80% משתנות (הודו). (4) עלות שולית של יחידות ייצור על בסיס עסקת "אנרגיה ויכולת" שנבחרו להספקת העומסים (הספק מסוים של קוגנרציה יכול להילקח בחשבון בעסקה "אנרגיה ויכולת" לקביעת עלות הייצור השולית). (5) הבטחת תמורה מזערית לקוגנרציה לפי רכיב ייצור של יחידה קונבנציונאלית הזולה במערכת לאותה העת.

מסקנות אופרטיביות ליישום מערכות קוגנרציה בישראל: להרחיב, ככל הניתן את השימוש במערכות אלה אולם, בגלל השיקולים שהוצגו לעיל, לא לדרוש יעדי נצילות גבוהים מידי ולא ישימים, שכן מתחשיבי מינהל החשמל במשרד התשתיות, העלאת דרישת הנצילות מ-70% ל-80% תביא לפגיעה של 50% (!) בכושר הייצור.

דן ויינשטוק, משרד התשתיות הלאומיות, מינהל החשמל:

תקנות משק החשמל בישראל – קוגנרציה

תקנות משק החשמל נכנסו לתוקפן ב-2004 (ראה עקרי התקנות בנספח 2). מטרת התקנות לעודד ולתמרץ הקמתם והפעלתם של מתקני קוגנרציה תוך שמירה על הנצילות הקבועה בתקנות אלה ותוך שמירה על יתרונות נוספים המשמשים לטובת הציבור, הגלומים בייצור באמצעות מתקן הקוגנרציה לעומת מתקני ייצור חשמל אחרים הפועלים בטכנולוגיה זהה ובעלי גודל דומה, לרבות ייצור בו זמני של אנרגיה תרמית שימושית מאותם מתקנים והיתרונות הסביבתיים הגלומים בהפעלתם של מתקנים אלה. הנצילות האנרגטית השנתית המזערית תהא 60%, לדיזל גנראטור (ד"ג) – 55%. מתוך סך האנרגיה המיוצרת במתקן, חלקה של האנרגיה החשמלית לא יפחת מ-20%, וחלקה של האנרגיה התרמית השימושית לא יפחת מ-20%.

התקנות מגדירות גם אספקה לרשת בשעות פסגה וגבע (יצרן יהא רשאי למכור לספק שרות חיוני, מדי שנה, עד 70% מהספק החשמל במתקנו למשך 12 שנים או עד 50% מהספק החשמל במתקנו למשך 18 שנים) ובשעות שפל (יצרן יהא רשאי למכור לספק שרות חיוני עד 20% מסך הספק החשמל במתקנו או עד 35 מגוואט – הגבוה מביניהם). משך התקופה יהא זהה למשך התקופה שבחר בעל הרישיון במכירה בפסגה וגבע).

למתקן המחובר לרשת במתח נמוך או גבוה - תותר מכירה לבעל רישיון ההולכה, ובעל רישיון ההולכה יחויב ברכישת החשמל, בכל עת, עד 100% מסך האנרגיה החשמלית בחישוב שנתי.

התעריף, אותו קובעת הרשות לשירותים ציבוריים חשמל, יתבסס על עלות שלא תפחת מעלות הקמה של מיתקן קיים בגודל דומה, המשמש להמרת אנרגיה ממקור כלשהו לאנרגיה חשמלית בלבד, הפועל בטכנולוגיה זהה.

קיימת חשיבות רבה לתיאום בין יצרני החשמל בקוגנרציה למנהל המערכת (חברת חשמל ישראל, חח"י) ולכן, קיימת חובת מילוי טופס תוכנית הייצור והעברתו לידיעת מנהל המערכת (רגולציה חצי-שעתית), תאום קצב שינוי הספק בהפעלה, בכיבוי או שינוי העומס לפי מקבצי תעו"ז, תאום מועדי טיפולים וכן - נתונה בידי מנהל המערכת הסמכות לפיקוח במצבי סכנה בטיחות או קריסה.

ד"ר מרים לב-און, The Levon Group LLC:

Highlights of The U.S Combined Heat and Power Initiative

ד"ר לב-און סקרה בדבריה את עיקרי המדיניות בארה"ב בנושא מערכות משולבות ליצור חום וחשמל. בשנת 1998 חתמו EPA ו-DOE ביניהם על היזמה להכפיל עד שנת 2010 את ייצור החשמל במערכות קוגנרציה מ-46GW ל-92GW תוך הפחתת החסמים המוסדיים והרגולאטיביים, הגדלת המודעות והגברת הייעוץ המקצועי בנושא. בשנת 2001 יזמה EPA שילוב של גורמים פרטיים ביזמה. נסקרו טכנולוגיות רלבנטיות; הוקמו מרכזי יישומים אזוריים (Regional Application Centers) לייעוץ טכני ליזמים פוטנציאליים. למעלה מ-200 חברות שותפות למיזם זה. במגזר המסחרי היו בשנת 1995 כ-1000 מתקנים שהפיקו כ-5400 MW ובשנת 2004 כבר היו 1500 מתקנים שהפיקו כ-9000 MW. במגזר התעשייתי היו בשנת 1995 כ-1000 מתקנים שהפיקו כ-45,000 MW ובשנת 2004 כבר היו 1200 מתקנים שהפיקו כ-66,000 MW. על מנת להגביר היישום נוצר שילוב של תמריצים כלכליים (הפחתת מס), הפצת מידע (מאגר מידע עם מקרי חקר ונתונים מפרויקטים קיימים ומוקמים) ואינטגרציה של טכנולוגיות רלבנטיות.

אהרון גרבלי, מפעלי ניר אמריקאים-ישראלים בע"מ:

דגם קוגנרציה תעשייתית

מפעלי ניר אמריקאים ישראלים (מנא"י) קיבלו את אישור הממשלה להגשת תוכניות לבניית תחנת כוח בחדרה בהיקף של 400 MW (בשלב ראשון תוקם תחנה של 200 MW בלבד) באמצעות הועדה לתשתיות לאומיות (ות"ל). תחנת הכוח המתוכננת תופעל ע"י גז בשיטת הקוגנרציה ותייצר חשמל מגז טבעי ותמוקם בסמוך למפעלי הניר. המפעל צורך כ-20 MW (תחזית ל-40 MW ב-2020) וקיטור בקצב הולך ועולה עם תחזית לצריכת קיטור של למעלה מ-140 טון לשעה. כיום מספק המפעל לעצמו חלק מהקיטור באמצעות מזוט, ותוכנית הקמת תחנת הקוגנרציה מבוססת על שימוש בגז טבעי, אשר יש לו יתרון סביבתי מובהק מבחינת זיהום האוויר הנפלט ממנא"י. חשוב לזכור כי ייצור ניר הוא תהליך הדורש הרבה מאוד קיטור ובהתחשב בתוכניות הוספת קו ניר נוסף למפעלים, נדרש המפעל לתוספת חשמל וקיטור. הכשלים העומדים כיום בפני המיזם כוללים חוסר האיזון בין חום וחשמל, אי וודאות לגבי תנאי מכירת החשמל לרשת (כמות ומחיר) והבעיה המרכזית, כמובן, אי זמינות גז טבעי ואי בהירות לגבי מחירו.

אחת הדרכים למימון הקמת התחנה היא באמצעות מימון במנגנון CDM (Clean Development Mechanism) במסגרת פרוטוקול קיוטו¹.

אברהם זבדי, יועץ לתחנות כוח וקוגנרציה:

ניסיון בהקמת פרויקטי קוגנרציה בישראל

מגמת הממשלה להפריט את משק החשמל והגז תביא, בכללותה, לכניסת גורמים פרטיים, הפועלים בצורה יעילה יותר מהמשק הממשלתי והדבר יביא לירידה בעלויות ייצור האנרגיה למשק הפרטי. האפשרויות העומדות בפני היזם הינן יצור חשמל בטורבינת קיטור, בד"ג, בטורבינת גז במחזור יחיד או טורבינת גז במחזור משולב. ההשקעה הנדרשת (אירו לקילוואט מותקן) היא 300-600, 300-1100, 1500 ו-750-1000, בהתאמה. היעילות הכוללת של המערכות של 45% - 50%, 65% - 75%, 90%-70% ו-90%-75%, בהתאמה. כלומר, מבחינת היזם, יש עדיפות למערכת של טורבינת גז במחזור פתוח. מערכות קוגנרציה שהוקמו בחיפה כימיקלים, דשנים, מילואות ועוד, הופעלו במשך כ- 4 שנים (משנת 1997 עד 2001) והושבתו בגלל מחירי הסולר הגבוהים.

תחנת הכוח שהוקמה באשקלון (אתר קצא"א) בתפוקה של כ- 83 מגוואט מיועדת לספק חשמל למתקן ההתפלה שהוקם באתר סמוך. מתקן ההתפלה באשקלון צורך 46MW; חברת מקורות תצרוך עוד כ-10 מגוואט לשאיבת המים המותפלים מהאתר לצומת זוהר (שם הם יוזרמו למוביל הארצי); יתרה של ייצור החשמל יימכר לצרכנים פרטיים אחרים או לחח"י. הפרויקט הנ"ל הוא כדאי כתוצאה ממחיר גז נמוך יחסית ויעילות גבוהה של המערכת (מחזור משולב – נצילות של כ- 52%). כלומר, כפי שכבר נאמר, הבטחת אספקת הגז, הבטחת מחיר קבוע ונמוך ואספקתו הסדירה הן תנאי הכרחי לכדאיות ההפעלה ולהקטנת הסיכון אותו לוקח על עצמו היזם.

חיים פרנץ, מפעלי ים המלח:

קוגנרציה במפעלי ים המלח

המפעלים בסדום (מפעלי האשלג, מפעל הברום, מפעל המלחים ומפעל המגנזיום) הם מפעלים עתירי אנרגיה הצורכים חשמל, קיטור ודלקים. תחנת כוח בקוגנרציה לאספקת קיטור וחשמל למפעלים, פועלת ברציפות מאז 1996 ומספקת גם אויר דחוס, מי קירור ומים רכים.

בנוסף, קיבלו מפעלי ים המלח אישור להקים תחנת קוגנרציה נוספת בהספק של 700 MW, אולם למעלה מארבע שנים הפרויקט לא מתקדם בגלל בעיות סטטוטוריות (לדוגמה, אין אישורים למיקום קווי ההולכה מסדום לרשת הארצית) בעיות טכניות, (אין אספקת גז) ובעיות כלכליות (לא ברור מה יהיה מחיר הגז ומה יהיה המחיר אותו יקבלו בגין מכירת החשמל לרשת).

בנוסף, מנצלים מפעלי ים המלח את השמש בבריכות האידיוי וחוסכים בכך 12 מיליון טון דלק בשנה.

¹ זהו מנגנון לעידוד הפחתת גזי חממה במדינות מתפתחות המאפשר סחר ב"זכויות הפחתת פליטות" בין מדינות מתפתחות שלא חלה עליהן חובת הפחתה (ישראל מתאימה להגדרה זו) לבין מדינות מפותחות. כלומר, מדינה מפותחת יכולה להשקיע בפרויקטים בישראל המביאים להפחתת אמינה וארוכת טווח של גזי חממה, ואותה מדינה יכולה ל"רשום" את ההפחתות המתוכננות לזכותה. לאחר שהפחתות אלו אכן אומתו באמצעות נוהלי בקרה שנקבעו ע"י האו"ם, זכויות ההפחתה המונפקות לפרויקטים תהיינה סחירות ותעלינה את הכדאיות הכלכלית של אותם פרויקטים.

אלי וסרמן, קיבוץ שובל:

תיאור מתקן הקוגנרציה הפועל בקיבוץ שובל

בקיבוץ שובל הוקם מתקן קוגנרציה בסיוע ובלווי מקצועי של משרד התשתיות, והוא פועל מאז 1998. ד"ג רגיל מוזן סולר, מייצר חשמל, מסונכרן לרשת החשמל במתח נמוך. מי הקירור של המנוע (85 מ"צ) מופנים בעזרת ברזים מפוקדים למחליף חום המוסר את החום למי הצרכנים. עודפי המים החמים מופנים למאגר מבודד. לאחר כיבוי הגנראטור, משאבה קטנה מוסרת את החום שנאגר במכל לצרכנים. המערכת טורית ללא תלות דוד קיטור. מחליף חום נוסף אויר-מים, מחמם את המים החוזרים למנוע הגנראטור לטמפ' מתאימה וכמובן, כל המערכת אוטומטית נשלטת בקר ותעו"ז .

המערכת קטנה (380 KVA) ולכן עלותה הכוללת כ- \$100,000 בלבד. המערכת פשוטה וסטנדרטית ולכן אחזקתה פשוטה וקלה.

המערכת מתאימה לכל מלון, בריכה מחוממת, קיבוץ, מפעל, בית אבות וכד' שצורך חשמל וחום (או קור). בחלק מהמקומות קיים גנראטור לחירום; להקמת קוגנרציה נדרשת הסבת מערכת קיימת בלבד. הבעיה העיקרית כרגע היא המחיר הגבוה של הסולר, כך, שבעצם, הפעלת המתקן אינה כדאית.

4. דיון

בחלק השני של הפורום התקיים דיון פתוח על המידע שהוצג ועל המסקנות האופרטיביות שיש להפיק ממנו. על מנת למקד את הדיון, הוצגו מראש מספר שאלות כדלקמן:

- מהם המכשולים העומדים בפני ייצור משולב של חשמל וחום במערכות קוגנרציה בארץ?
- מדוע הנושא אינו "ממריא", למרות התקנות הממשלתיות לעידוד הנמצאות בתוקף?
- מה ידוע על תכניות לעידוד קוגנרציה בעולם ומה ניתן ללמוד מהן לגבי ישראל?
- מה ניתן ללמוד מפרויקטים בתחום הקוגנרציה שהוקמו בארץ, כאלו שהצליחו וכאלו שנכשלו, על הגורמים להצלחה ועל הגורמים לכישלון?
- מי הם מקבלי ההחלטות במפעלים ובארגונים וכיצד ניתן לגרום להם לקדם את הנושא במפעל/ארגון שלהם?

דברי המשתתפים מובאים כאן בסדר בו נשמעו וללא עריכה. בפרק הבא ניתן סיכום ומוצגות מסקנות מדברים אלה.

גרשון גרוסמן: מעבר לבעיות שעלו כבר במהלך הצגת הפרויקטים השונים (מחיר הדיזל, העדר הגז, מחיר הגז אם וכאשר יגיע, ועוד) מתעוררות מספר נקודות נוספות הדורשות דיון. מבקש לדון בשיקולי איכות סביבה למערכות קוגנרציה.

יבגניה ברנשטיין: המשרד להגנת הסביבה מעוניין בשיטות ומערכות ייצור חשמל יעילות. ייעול ייצור החשמל תואם לאינטרסים סביבתיים, כגון: הפחתת פליטת מזהמי האוויר, חיסכון בצריכת מים וקרקע. יחד עם זאת, כל פרויקט חייב להיבדק לפי מקומו הספציפי, מצב איכות האוויר באזור ועד. אם לדוגמה, נדבר על נושא איכות אוויר, המשרד, לפי תפקידו, חייב לשמור על מצב איכות אוויר תקין, דהיינו עמידה בתקני סביבה. יש להזכיר כי ישראל היא אחת מהמדינה הכי צפופות בעולם- אם נזכור את שילוב ריכוז אוכלוסיה וריכוז תעשייה, נבין כי אין ברירה אלא להקפיד על איכות האוויר. מדיניות המשרד, בהתייחס לפליטת מזהמי האוויר, מתבססת על תקינה אירופאית (דירקטיבות של הקהילה האירופאית או בהעדרן – על תקנות של המדינות כמו גרמניה, אנגליה, צרפת וכו'). יחד עם זאת בקביעת תקנות/הנחיות אנו חייבים לקחת בחשבון את התנאים המיוחדים בישראל.

מסתבר, כי לדעת היצרנים, אחת הטכנולוגיות המתאימות ביותר ליצרנים פרטיים בקנה מידה קטן היא השימוש בד"ג. ההנחיות הקיימות של המשרד בנושא פליטת מזהמים מד"ג נקבעו ב-1999 והתבססו על התקנות דאז של מדינות אירופה. תקני הפליטה בהנחיות אלו נקבעו לד"ג מההספק של 5 MW תרמי ומעלה. בשנים האחרונות הוחמרו התקנות באירופה; עקב שיפורים טכנולוגיים ושינויים בפליטות מד"ג, ובמקביל, הגדלת המודעות על מצב איכות אוויר, דורשים גם בישראל לבצע רביזיה של ההנחיות. בחינה של הדרישה בתקן הגרמני החדש TALUFT 2002 מעלה שאלות רבות לגבי אופן יישומו בישראל. בעצם, תקנים שקובע TALUFT עבור ד"ג קטנים, בהספק נמוך מ-3 MW תרמי, מחמירים יותר מההנחיות של המשרד לד"ג בהספקים הרבה יותר גדולים. בגרמניה חל איסור על הסקת ד"ג במזוט, הם מופעלים רק בסולר. האם אנו יכולים לעשות זאת עקב בעיות סביבתיות בארץ? בשריפת מזוט באיכותו הירודה כיום לא ניתן לעמוד בתקן לחלקיקים ולתחמוצות גפרית. אנו מוצאים את עצמנו בדילמה: או לדרוש להשתמש בד"ג ובמערכות קוגנרציה רק בסולר שהינו יקר משמעותית יותר ממזוט (או בגז טבעי), או לאפשר פליטת מזהמים מוגברת לעומת זו שניתן להשיג. עקב זיהום האוויר האופייני למנועים אלה (בעיקר חלקיקים ו-NO_x) המשרד יצטרך לקבוע דרישות איכות אוויר מחמירות יותר. מחד, בארץ אין כרגע דלק מתאים לד"ג פרט לסולר (שמחירו, כאמור, עלה מאוד בשנים האחרונות).

מאידך מחיר החשמל בארץ זול יחסית, לכן לא קיימת כדאיות כלכלית בהפעלת ד"ג, כולל מערכות קוגנרציה, בסולר.

על מנת לעמוד בתקני פליטה חשובה פעולה מרוכזת כדי להוציא לשוק ובמחיר סביר דלקים נקיים (בין השאר - הורדת אחוז האפר והגפרית). בינתיים, הפתרון לעמידה בתקן לחלקיקים ולדו- תחמוצת הגופרית, שניתן להציע ליזמים, הינו שימוש במזוט חדש קל, דל גופרית (בתקן זה דנה ועדת תקינה במכון התקנים), אשר יהיה מעורב מסולר ומזוט ושבזו תכולת אפר תהיה 0.05% ותכולת אספלטנים – 5%.

לסיכום, מדיניות המשד לאיכות הסביבה היא לעודד מערכות קוגנרציה, בגלל שימוש יעיל יותר בדלק והפחתת זיהום אוויר, אך זאת בתנאי שהמתקנים לא יחרגו מתקני איכות האוויר.

אברהם זבדי: במצבנו היום עדיין אין אספקת גז טבעי, ומחיר הסולר ממריא. אי-הודאות לגבי מחירי הדלקים מונעת ביצוע פרויקטי קוגנרציה. המחירים שנקבעו ע"י הרשות לשירותים ציבוריים חשמל עבור חשמל מקוגנרציה הנמכר לרשת (חח"י) - נמוכים מאוד ואינם ריאליים. הבסיס לחישוב היה עפ"י תחזית מחירי גז שחתמה עליהם חח"י עם ספקי הגז (ים טטיס ו-EMG) בסביבות 2.8 דולר למיליון BTU - כיום לא ניתן לרכוש גז במחירים הנ"ל. לפי חישובי הרשות לחשמל מחירי החשמל שחח"י תחויב לרכוש מיזמים פרטיים (המפעילים תחנות קוגנרציה) יעמדו על 6 סנט לקווי"ש ביחידות קטנות ו- 3 סנט לקווי"ש ביחידות מעל 100 MW. במחירים אלה אין כדאיות למכור חשמל לרשת.

בנוסף לכך, קשה מאוד לעקוב אחר החישובים של הרשות. תעריף נכון, יציב ואטרקטיבי, יגביר את יזמות המגזר העסקי בתחום הקוגנרציה.

חיים מלמד: הגישה של הרשות נוגדת את מדיניות משרד התשתיות.

אורן ארמבן: הרשות חוששת שיווצר עודף כושר יצור בקוגנרציה ולכן היא גורמת, באמצעות התעריפים, לעיכוב פרויקטים מעל 400MW.

אדי בית הזבדי: גם נתיבי גז גורמים לעיכוב פרויקטי קוגנרציה. השלב האחרון במערכת אספקת הגז - PRMS (להפחתת לחץ הגז) הוא על חשבון הלקוח, מה שמייקר מאוד את מערכות הקוגנרציה. רשות הגז הבטיחה לקבוע מחיר נורמטיבי.

ההשקעות שמתבצעות היום בתחום אינן זוכות למענקים.

דן זסלבסקי: מדוע להשתמש בפתרון הקוגנרציה לאספקת חום? קיימות אפשרויות אחרות, למשל ע"י אנרגית השמש.

חיים מלמד: בעזרת קוגנרציה מיצרים גם חשמל וגם חום. יש לזכור כי החלופה הסולארית להפקת חום דורשת גיבוי של 100%, למקרה שאין קרינה.

יוסף נוברסקי: קוגנרציה היא הטכנולוגיה המסייעת ביותר לשימור אנרגיה יעיל, בכל העולם. ייצור משולב של כוח וחום מאפשרת השגת נצילות אנרגטית של 80-90%. לכל מפעל ומתקן ניתן להתאים מערכת קוגנרציה לפי צרכיו. בישראל קוגנרציה נמצאת במקום ראשון מבחינת פוטנציאל החיסכון באנרגיה, ואין טכנולוגיה אחרת שמתקרבת אליה. לצורך השוואה, אנרגית שמש חוסכת כ-3% מתצרוכת האנרגיה הלאומית (בעיקר ע"י חימום מים ביתי). קוגנרציה עולה על כ-500 אמצעי שימור אנרגיה אחרים. בארצות קרות משיגים חיסכון אנרגטי של כ-50% בעזרת קוגנרציה. בישראל, בגלל האקלים, ניתן בקלות לשמר באמצעות שימוש בטכנולוגיה זו כ-10% מכלל צריכת האנרגיה במשק. בבריטניה, כבר לפני 25 שנה, נתנה הממשלה מענקים בגובה 25% מההשקעה למפעלים שהתקינו מערכות קוגנרציה.

דן זסלבסקי: אם זה המצב, מה צריכה הממשלה לעשות?

אברהם זבדי: מדיניות האוצר היא להפריט את הכול, כולל משק האנרגיה.

יוסף נוברסקי: מכיוון שקיים פוטנציאל חיסכון אנרגטי וגם אינטרס כלכלי לאומי (חיסכון במטבע זר לייבוא דלקים והקטנת העומס על מאזן התשלומים), המדיניות היום בעולם היא עידוד ע"י תעריפים. לדעתו, צריך לפנות לכנסת שתחוקק חוקים שיחייבו את הממשלה. בעיה מרכזית בתחום הקוגנרציה היא חוסר המודעות לנושא. כך, למשל, כאשר דנו בנושא ההתפלה, לא ידעה הוועדה האחראית על חלופה זו כלל. המיסוי הגבוה על הסולר מעכב אף הוא חדירת מערכות אלה.

שמעון עטר: בזמן הקמת מפעל חדש, יש לחשוב במונחי קוגנרציה. אילו היו עושים כך מלכתחילה היה השימוש בקוגנרציה נרחב יותר. זהו למשל המצב במפעלי חיפה כימיקלים.

מרים לב און: לחיזוק דברי נוברסקי: בקליפורניה בשנות השבעים עודדו קוגנרציה במטרה למנוע או לדחות הקמת תחנות כוח חדשות. מושל קליפורניה הבטיח תעריפים מועדפים לחשמל הנמכר לרשת, ובנוסף הפחתה מואצת של המיסוי על ההשקעה.

בקליפורניה היום מחיר החשמל דומה מאוד למחיר הגז, אבל הדרישות המחמירות לעמידה בתקני איכות סביבה מעודדות יישום מערכות קוגנרציה בלי תמריצים ממשלתיים וללא הבטחת מחירים גבוהים לחשמל הנמכר לרשת.

יחיאל מנוחין: בישראל אין קשר בין מחיר החשמל והגז, אך צריך להיות. בקליפורניה עלה מחיר החשמל במקביל לעלית מחירי הגז.

יבגניה ברנשטיין: אם בקליפורניה שיקולי איכות סביבה מעודדים קוגנרציה, כדברי מרים לב-און, אולי בישראל יסייע לכך חוק אוויר נקי?

דן זסלבסקי: היום קימות טכניקות בדוקות ליצר חשמל "ירוק" בלי קוגנרציה. לדעתו, אין להוסיף אפילו מתקן אחד שמשמש בדלק.

חיים מלמד: איננו יכולים לתכנן משק חשמל המתבסס על טכנולוגיות עתידיות או שנמצאות בשלבי מו"פ. חייבים להשתמש בטכנולוגיות מסחריות.

בישראל רווחת הגישה שקוגנרציה מיועדת ליצר חשמל לצרכי היצרן עצמו, ולא למכירה לרשת. גישה זו יכולה ואולי צריכה להשתנות.

יחיאל מנוחין: בהולנד, תוך 48 חודשים רישתו את המדינה בצנרת גז. אין צורך באישורים מיוחדים להקמת מתקני קוגנרציה, פרט לעמידה בתקנות. בנוסף, צרכנים מוכנים ומשלמים בפועל 10% תוספת למחיר האנרגיה אם המקור שלה נקי. לכן קיימים בהולנד הרבה מאוד מתקנים קטנים (בהספקים של עד 100MW) המופעלים ע"י גז נקי. כמעט לכל מפעל שצורך קיטור לתהליכי הייצור יש מפעל קוגנרציה. בהולנד אין השתנות תעריפי החשמל במהלך שעות היממה ולכן אין בעיה של מכירה לרשת בשעות השפל.

חיים פרנץ: עד אשר לא תהיה אספקת גז, אמינה ויציבה ובמחיר סביר ויציב - לא יתקדם נושא הקוגנרציה בישראל. הדלקים האחרים (בעיקר סולר) יקרים מידי.

יוסף נוברסקי: הפעלת מערכת קוגנרציה יכולה לקבל סיוע למימון ע"י תמיכת מערכת ה-CDM הקשורה לאמנת האקלים. כל מתקן קוגנרציה מיצר פליטת מזהמים אחדים, אך חוסך אחרים. הדרך לקדם פרויקטים מסוג זה היא באמצעות מאזן סביבתי כולל.

דרכים נוספות לקידום הנושא הן ע"י פרסום חקר מקרים, ייעוץ טכני לציבור, הבטחת יציבות לאורך תקופה והקלות בתהליכים ביורוקרטיים (פישוט תהליכים, יצירת מערכות גנריות וכו').

יבגניה ברנשטיין: נקבעו בישראל תעריפים לפרמיות על חיסכון בפליטת מזהמים. עד כה ניתנו פרמיות אלה רק למתקנים המבוססים על אנרגיות מתחדשות. יש לעודד גם מתקנים חוסכי אנרגיה אחרים,

כולל מתקני קוגנרציה, רק במנגנון אחר מהקיים. הצעת נוברסקי לביצוע מאזן סביבתי מעניינת אך קשה לביצוע על פני כל המדינה.

אורן עזריה: יזמות לפרויקטי קוגנרציה ואנרגיות מתחדשות נופלות עקב תחשיב כלכלי שאינו מתחשב כראוי בעלויות חיצוניות, היינו עלות הנוק הנגרם כתוצאה מזיהום הסביבה ותפיסת הקרקע.

דן וינשטוק: הבעיות העיקריות, אם לסכם, הן שלוש: (1) חוסר בזמינות הגז ומחירו; (2) תעריפי הפרמיות כפי שנקבעו ע"י רשות החשמל, אשר אינן ריאליות ואינן מובטחות לאורך זמן; (3) בעיות סטאטוטוריות- כגון נגישות למתקנים ותשתיות אחרות.

אופירה אילון: מהו היקף הקוגנרציה האפשרי בישראל?

חיים מלמד: הפוטנציאל בארץ הוא עד 2000 MW בתעשייה, עוד 500 MW במגזר המסחרי ועוד כ- 500 MW במיקרו מתקנים. כלומר, כ- 3000 MW בסך הכול. כיום, קיימים רק 10 מתקנים וחלקם מושבתים (בגלל חוסר כדאיות להפעלתם בסולר).

5. סיכום והמלצות

מערכות קוגנרציה הינן בעלות פוטנציאל לשימור אנרגיה גדול מזה של כל אמצעי אחר הידוע כיום, כולל זה של האנרגיות המתחדשות. התועלת שבאמצעי זה מתבטאת לא רק בחיסכון אנרגטי לצרכן אלא גם בחיסכון באנרגיה למשק הלאומי, הקטנה בתלות בדלק מיובא, הקטנת העומס על המאזן המסחרי וחיסכון בזיהום. הנתונים שהוצגו בפורום על הנעשה בתחום הקוגנרציה בארצות אחרות מצביעים על הכרה בחשיבות הנושא, גידול מתמשך בהספק הקוגנרציה המותקן, מודעות ציבורית גוברת ותכניות ממשלתיות לעידוד מסוגים שונים – בהשקעה ובפרמיות על חשמל הנמכר לרשת. למרות החלטות ממשלה ותקנות בתחום הקוגנרציה בישראל, הנושא בארץ אינו ממריא. משתתפי הפורום מצביעים על מספר סיבות: (1) העדר אספקת גז טבעי ליצרנים פרטיים; (2) מחירו הגבוה של הסולר, שהוא למעשה הדלק היחיד הבא בחשבון למתקני קוגנרציה כיום; (3) תעריפי הפרמיות לעידוד כפי שנקבעו ע"י רשות החשמל, אשר אינם ריאליים ואינם מובטחים לאורך זמן; (4) בעיות סטאטוטוריות- כגון נגישות למתקנים ותשתיות אחרות.

המלצות:

1. **יש להבטיח מערכת תשתית יציבה ליצרנים הפרטיים בכלל וליצרנים בקוגנרציה, בפרט.**
 - 1.1 מערכת תשתיתית תובטח ע"י יצירת רשת בטחון ליצרנים פרטיים אשר תפחית את הסיכונים הגלומים בפרויקטים של יצור חשמל פרטי. יש לפשט ולהבהיר את היכולת של מערכות קוגנרציה להתחבר לרשת (connectivity protocol) ולאפשר חוזים ארוכי טווח שמבטיחים רכישת כל החשמל המיוצר במערכות אלה.
 - 1.2 יש לפעול במסגרת ראייה כוללת של התשתיות בארץ. יש צורך בתוכנית אב כוללת לתשתיות אשר תאפשר למפות ולמקם מערכות שימכרו חשמל לרשת. תוכנית זאת תבחן גם את המאזן הסביבתי הכולל של פרויקטים המשלבים ייצור כוח וחום.
 - 1.3 יש להאיץ את פיתוח תשתית הגז הטבעי ולעשותו זמין למשתמשים פוטנציאליים בקוגנרציה.
2. **יש להבטיח מערכת כלכלית יציבה ליצרנים הפרטיים בכלל וליצרנים בקוגנרציה, בפרט.**
 - 2.1 כיום, מחירי החשמל הקונבנציונאלי נמוכים. ההשפעות החיצוניות (פליטת מזהמים הגורמים למחלות, פגיעה ביבולים חקלאיים ורכוש ועוד) אינן נכללות בתעריף החשמל. הפנמה של השפעות אלה אמנם תגרום לעליית מחירי החשמל, אך היא גם תפתח חלון הזדמנויות בפני היצרנים בשיטת הקוגנרציה אשר הודות להגדלת הנצילות פולטים, למעשה, פחות זיהום לקווי ט"ש.
 - 2.2 יש להקים מערכת כלכלית ברורה ומובטחת לטווח ארוך ליצרנים הפרטיים. יש לבחון מהי המערכת האופטימאלית (עידוד השקעות במערכות קוגנרציה ע"י מתן הנחות במס, או ע"י פרמיות אטרקטיביות, שקופות ופשוטות לחישוב, עבור חשמל הנמכר לרשת וכו').
 - 2.3 יש לבחון ולשקול מיסוי מופחת על סולר המשמש במערכות קוגנרציה.
3. **הקמת רשות לשימור אנרגיה.** בתוכנית האב למשק האנרגיה הוצגה המלצה זו והצוות תומך בהמלצה זו וסבור כי הרשות צריכה לעסוק, בין השאר, בהטמעת מערכות קוגנרציה.
 - 3.1 מימון הרשות ופעילותה יעשה ע"י הקמת קרן לשימור אנרגיה שתתמוך בפרויקטים של אנרגיות מתחדשות ומזהמות פחות.
 - 3.2 יש להקים מערך של מרכזי תמיכה שיאפשרו ליזמים לקבל מידע טכני עדכני וגם הנחיות בדבר תקנות ורשימות בכדי לעודד גם מפעלים קטנים ומוסדות ליישם מערכות קוגנרציה.

נספח 1: החלטות ממשלה בנושא שילוב יצרנים פרטיים במשק החשמל ובנושא קוגנרציה

I. שילוב יצרנים פרטיים במשק החשמל

החלטה מס. 123 של הממשלה מיום 22.08.1999.

מחליטים:

בהמשך להחלטות מס. 4154 ומס. 4155 מיום 12.8.98, לקבוע מדיניות ממשלתית לעניין שילוב יצרנים פרטיים במשק החשמל ומתן רישיונות לייצור חשמל בהתאם לחוק משק החשמל התשנ"ו-1996, כדלקמן:

1. שר התשתיות הלאומיות יתקין, בתוך 30 יום, כללים בהתאם לסעיף 20(ב) לחוק משק החשמל בהתייעצות עם הרשות לשירותים ציבוריים חשמל, בין היתר, על-פי העקרונות הבאים:

א. יוגדרו סוגי עסקאות בין יצרן פרטי וספק שירות חיוני:

1. מכירת חשמל במתכונת של אנרגיה (ENERGY) וזמינות (CAPACITY).
2. מכירת חשמל בשיגור חפשי לרשת עבור מתקנים בהיקף של עד 10 מגהוואט או 50 מגהוואט באנרגיות חלופיות.

ב. מחיר המכירה של חשמל לספק שירות חיוני ייקבע בין היתר בהתאם לעקרונות הבאים:
1. עבור עסקה מהסוג הראשון תיקבע עלות הזמינות והאנרגיה של היצרן הפרטי במכרז.
2. עבור מכירת חשמל בשיגור חפשי לרשת ייקבעו התעריפים במכרז או לפי עקרונות לקביעת התעריפים שיוגדרו על-ידי השרים בהתייעצות עם הרשות לשירותים ציבוריים חשמל.

ג. מנגנון ההפעלה של היצרן הפרטי וכניסתו לרשת:

1. בעסקה של אנרגיה וזמינות, היצרן יהיה כפוף להוראות השיגור של מערכת השליטה המרכזית של מערכת החשמל (DISPATCH).
2. במכירת חשמל בשיגור חפשי לרשת, יעביר היצרן תכנית עבודה מפורטת לספק שירות חיוני ויתחייב לפעול בהתאם לאמור בתכנית זו. היצרן יהיה רשאי לשנות, מעת לעת, את תכנית העבודה.

2(א). להעניק רישיונות ייצור פרטיים למתקני כוח וחום, בהיקף של עד 75 מגהוואט לרישיון, ובלבד שהיצרן יתחייב שהיקף השימוש העצמי לא יפחת מ-60%. יתרת הכמות יכולה ותוצע למכירה. סה"כ המכירה בפועל שלא לצריכה עצמית, בהתאם לרישיונות שינתנו במסגרת זו לא יעלה על 200 מגהוואט.
2(ב). שר התשתיות הלאומיות יפעל להוצאת מכרז אחד נוסף, ליצרנים פרטיים, במהלך השנתיים הקרובות, באמצעות ועדת מכרזים שהוקמה בהתאם להחלטה מס. 2472 מיום 12.8.97.

האמור בסעיף זה ייעשה בהתאם להחלטות מס. 4154 ומס. 4155 האמורות.

II. מדיניות ייצור חשמל בקוגנרציה

החלטה מס. חכ/30 של ועדת השרים לענייני חברה וכלכלה (קבינט חברתי-כלכלי) מיום 11.03.2002 אשר צורפה לפרוטוקול החלטות הממשלה וקבלה תוקף של החלטת ממשלה ביום 21.03.2002 ומספרה הוא 1640(חכ/30).

מ ח ל י ט י ם :

א. לעודד הקמתם והפעלתם של מתקני שילוב כוח וחום (להלן - "מתקני קוגנרציה") לייצור חשמל על ידי יצרני חשמל פרטיים.

ב. מתקן לייצור חשמל יוגדר כמתקן קוגנרציה אם המיתקן מפיק בו זמנית אנרגיה חשמלית ואנרגיה תרמית שימושית, שאינה לצורכי ייצור חשמל ועומד בתנאים הבאים:

(1) נצילות אנרגטית שנתית מינימלית תהא 55% בתחנות המבוססות על ייצור באמצעות דיזל-גנרטור, ו- 60% בכל מקרה אחר. חישוב הנצילות האנרגטית השנתית יבוצע לפי הנוסחה:

$\text{סך כל האנרגיה החשמלית השנתית המיוצרת [קוט"ש]} * 860 + \text{סך כל האנרגיה התרמית השימושית שנתית [קק"ל]} \text{ מחולק בכל הדלק השנתי (יח') * ערך קלורי תחתון [קק"ל ליחידה]}$
--

(2) מתוך האנרגיה המיוצרת במתקן, סך האנרגיה החשמלית לא תפחת מ-20% וסך האנרגיה התרמית השימושית לא תפחת מ-20%.

ג. יצרן חשמל באמצעות מתקן קוגנרציה (להלן: "היצרן") יקבל רישיון יצרן חשמל פרטי בהתאם לחוק משק החשמל, התשנ"ו-1996.

ד. על מכירה לבעל רישיון ספק שרות חיוני יחולו כללי משק חשמל (עסקאות עם בעל רישיון ספק שרות חיוני), התש"ס-2000 (להלן - "הכללים"). שיטת המכירה תהיה לפי שיטת מכירת אנרגיה כהגדרתה בכללים.

ה. שר התשתיות הלאומיות יתקן את הכללים בהתאם לאמור בסעיף ד' להחלטה זו.

ו. הולכת החשמל ממתקן הקוגנרציה תבצע באמצעות רשת ההולכה של בעל רישיון ספק שרות חיוני, למעט חלוקת חשמל לתאגיד הנמנה עם תשלובת חברות שבמקרקעין שברשותם הוקם מתקן הקוגנרציה וחלוקת החשמל אינה עוברת דרך מקרקעין שלאותה תשלובת אין בהם זכויות. עלות החיבור לרשת ההולכה תחול על היצרן.

ז. ייצור בקוגנרציה לא ייכלל במכסת הייצור שיועדה ליצרנים פרטיים בגבולות ישראל בהחלטת הממשלה 2472 מיום 13.8.1997.

ח. המגבלה שנקבעה בסעיף 1(ב) בהחלטה מס' 4155 מיום 12.8.1998 האוסרת על הקמת מתקני קוגנרציה על ידי בעל רישיון ספק שרות חיוני תצומצם ותוטל על חברת חשמל לישראל בלבד.

ט. סעיף 2(א) להחלטת ממשלה 123 מיום 22.8.99, סעיף 2 להחלטת הממשלה מספר 2185 מיום 16.8.2000 וסעיף 3 להחלטת הממשלה מספר 641 מיום 2.9.2001 - בטלים.

נספח 2: תקנות משק החשמל

I. תקנות משק החשמל (קוגנרציה)

בשנת 2004 חתם אליעזר (מודי) זנדברג, שר התשתיות הלאומיות על תקנות משק החשמל (קוגנרציה) בתוקף סמכותו לפי סעיפים 7, 20(ב) ו-63 לחוק משק החשמל, התשנ"ו – 1996² (להלן – החוק), ולאחר התייעצות עם הרשות לשירותים ציבוריים – חשמל. עיקרי התקנות מובאים להלן.

מטרות
מטרת תקנות אלה היא לעודד ולתמרץ הקמתם והפעלתם של מיתקני קוגנרציה תוך שמירה על הנצילות הקבועה בתקנות אלה ותוך שמירה על יתרונות נוספים המשמשים לטובת הציבור, הגלומים בייצור באמצעות מיתקן הקוגנרציה לעומת מיתקני ייצור חשמל אחרים הפועלים בטכנולוגיה זהה ובעלי גודל דומה, לרבות ייצור בו זמני של אנרגיה תרמית שימושית מאותם מיתקנים והיתרונות הסביבתיים הגלומים בהפעלתם של מיתקנים אלה.

שיטות לעסקת רכישה
עסקת רכישה תיעשה לפי השיטות שלהלן:

(1) מכירת אנרגיה (Energy) – עסקת רכישה לפיה מוכר יצרן אנרגיה חשמלית או חלק ממנה, לבעל רישיון ההולכה בהתאם לתנאי תקנות אלו ולתכנית ייצור מתאימה, שמתכונתה תקבע בידי הרשות; הרשות תקבע מנגנון למקרים שבהם חרג היצרן מתכנית הייצור שהועברה בהתאם למתכונת דיווח מתאימה לעסקת מכירת אנרגיה (Non Dispatchable);

(2) מכירת יכולת זמינה ואנרגיה (Energy & Capacity) – עסקת רכישה לפיה מעמיד היצרן לבעל רישיון ההולכה יכולת הספקה בהתאם לתכנית ייצור מתאימה, ומוכר לו אנרגיה חשמלית או חלק ממנה, על פי דרישה מצד מנהל המערכת, והכל באישור הרשות (Dispatchable); בחוזים שבהם מבקש היצרן לבצע מכירת יכולת זמינה ואנרגיה העולה על 50 מגוואט, נדרש אישור גם של המנהל;

(א) יצרן יהיה רשאי למכור אנרגיה חשמלית שיוצרה במתקנו לכל צרכן, בכפוף לאמור בתקנה 16 במחיר של מוכר מרצון לקונה מרצון בכפוף להוראות כל דין. בחר יצרן למכור לבעל רישיון הולכה לפי תקנות אלה יחולו הוראות תקנות אלה.

(ב) אם רצה בכך היצרן ובכפוף לתנאי תקנות אלה, בעל רישיון הולכה יחויב לרכוש אנרגיה חשמלית מיצרן בהתאם לשיטת העסקה המתוארת בתקנה 3(1), ובכפוף לתנאי רישיונו של היצרן, לתקנות אלה, לאמות המידה, לתעריפים ולכל דין.

(ג) תקנות אלה מהוות חלק בלתי נפרד מרישיון הולכה, רישיון חלוקה ורישיון ייצור.

(ד) יצרן רשאי למכור, באישור הרשות שלא תסרב אלא אם כן הדבר נוגד את מטרות החוק ותקנות אלה, לבעל רישיון ההולכה בשיטת יכולת זמינה ואנרגיה המפורטת בתקנה 3(2), ואם עלתה הרכישה על 50 מגוואט – גם באישור המנהל; מכירה כאמור תהיה בהיקף שלא יעלה על ההפרש בין סך האנרגיה החשמלית שיוצרה במיתקן הקוגנרציה לבין האנרגיה החשמלית שסופקה ממיתקן הקוגנרציה כאמור בתקנה 7.

(ה) מכירת חשמל לגורמים מחוץ לתחומי מדינת ישראל תהיה טעונה אישור השר.

² ס"ח התשנ"ו, עמ' 208; התשס"ג, עמ' 388.

- (ו) על אף האמור בתקנת משנה (א), רשאי מנהל המערכת ליתן הוראות ליצרן לעניין הזנת אנרגיה למערכת כדי למנוע נזקים למערכת ומטעמי בטיחות, לרבות שרידות מערכת ייצור החשמל ורשת החשמל הארצית ומניעת סכנה לאדם ולרכוש.
- (א) התמורה שישלם בעל רישיון הולכה ליצרן, החל במועד תחילת בדיקות הקבלה, תמורה לפי שווי רכיב ייצור בתעריף החשמל בהתאם למקבץ שעות ביקוש.
- (ב) רכיב הייצור שתקבע הרשות ישקף את התנאים המפורטים בהגדרת יחידת ייצור בקוגנרציה.
- (ג) מהמועד שבו נקבע רכיב הייצור, שלפיו התקשר יצרן בעסקת רכישה וכדי להבטיח את ודאות היצרן, לא יבוצעו שינויים ברכיב הייצור לאותו יצרן, למעט העדכון השוטף של מרכיבי רכיב הייצור, כפי שקבעה הרשות.
- (ד) יצרן יוכל לבצע עסקאות מכירת יכולת זמינה ואנרגיה עם בעל רישיון הולכה, בהתאם להסכמה שבין מוכר מרצון לבין קונה מרצון, והכל בכפוף לאמור בתקנה 4 (ד).
- לשם השגת המטרות, תקבע הרשות ותפרסם תנאים כלכליים לעידוד ביצוען של עסקאות רכישה ממיתקן קוגנרציה בהתבסס על עקרונות אלה:
- (1) עלות שלא תפחת מעלות הקמה של מיתקן קיים בגודל דומה, המשמש להמרת אנרגיה ממקור כלשהו לאנרגיה חשמלית בלבד, הפועל בטכנולוגיה זהה;
- (2) מנגנון לחלוקה, בין יצרן לבין צרכן, של התועלת העודפת שתיווצר ממיתקן הקוגנרציה, אם תיווצר;
- (3) על אף האמור בפסקה (1) נוצרה תועלת עודפת ממיתקן הקוגנרציה, יישום מנגנון החלוקה יכול ויביא לשינוי התעריף שנקבע בפסקה (1) וזאת עקב הפנמת התועלת העודפת לתוך התעריף;

לעניין זה, 'תועלת עודפת' – ההפרש שנוצר מהפחתת עלות הקמת מיתקן קוגנרציה מסך העלות האמורה בפסקה (1) ושל התקבולים שהתקבלו ממכירת אנרגיה תרמית שימושית ממיתקן הקוגנרציה.

נושאים נוספים כגון אופן ההתקשרות ותקופתה, השתחררות מוקדמת מהעיסקה, חידוש העיסקה, מתן רישיון מותנה, חוזים, דרישות טכניות ומיסחריות, שירותים לצרכן ועוד ניתן למצוא בתקנות המלאות באתר משרד התשתיות הלאומיות <http://www.mni.gov.il/mni/Energy/Laws>

II . תקנות משק החשמל ליצור חשמל פרטי קונבנציונאלי

בשנת 2005 התקין אריאל שרון ראש הממשלה ושר התשתיות הלאומית תקנות משק החשמל (יצרן חשמל פרטי קונבנציונאלי). בתוקף סמכותו לפי סעיפים 7, 20(ב) ו-63 לחוק משק החשמל, התשנ"ו – 1996³ (להלן-החוק), ולאחר התייעצות עם הרשות לשירותים ציבוריים – חשמל. עיקרי התקנות מובאים להלן:

מטרות תקנות אלה היא לעודד הקמתם והפעלתם של מתקני ייצור חשמל פרטיים בהתאם לעקרונות מזעור עלויות הייצור במשק ועידוד מכירת חשמל של יצרנים פרטיים לצרכנים.

מטרות
שיטות
לעסקת
רכישה

עסקת רכישה לפי תקנות אלה תיעשה לפי השיטות שלהלן:

- (1) מכירת אנרגיה (Energy)- עסקת רכישה לפיה מוכר יצרן פרטי אנרגיה חשמלית או חלק ממנה, לבעל רישיון הולכה בהתאם לתנאי תקנות אלה ולתכנית ייצור מתאימה, שמתכונתה תיקבע בידי הרשות (Non Dispatchable);
- (2) מכירת יכולת זמינה ואנרגיה (Energy & Capacity) – עסקת רכישה שלפיה מעמיד יצרן לבעל רישיון הולכה יכולת הספקה פנויה בהתאם לתכנית ייצור מתאימה שמתכונתה תקבע בידי הרשות, ומוכר לו אנרגיה חשמלית או חלק ממנה, על פי דרישה מצד מנהל המערכת (Dispatchable);
- הרשות תקבע מנגנון למקרים שבהם חרג היצרן מתכנית הייצור שהועברה בהתאם למתכונת דיווח מתאימה לעסקת מכירת אנרגיה או לעסקת מכירת יכולת זמינה ואנרגיה.
- (א) יצרן פרטי יהיה רשאי למכור לכל צרכן, אנרגיה או יכולת זמינה ואנרגיה שיוצרה במתקנו, בכפוף לאמור בתקנה 17 ולהוראות כל דין, במחיר של מוכר מרצון לקונה מרצון; בחר יצרן למכור לבעל רישיון הולכה לפי תקנות אלה יחולו הוראות תקנות אלה.
- (ב) יצרן פרטי, אם רצה בכך, יהיה זכאי להתקשר בעסקת רכישה עם בעל רישיון הולכה, בכפוף לתנאי רישיונו של יצרן פרטי, לתקנות אלה, לאמות המידה, לתעריפים ולכל דין.
- (ג) תקנות אלה מהוות חלק בלתי נפרד מרישיון הולכה, רישיון חלוקה ורישיון ייצור.
- (ד) מכירת חשמל לגורמים מחוץ לתחומי מדינת ישראל תהיה טעונה אישור השר.

נושאים נוספים כגון אופן ההתקשרות ותקופתה, אופני ההתקשרות, השתחררות מוקדמת מהעיסקה, חידוש העיסקה, מתן רישיון מותנה, חוזים, דרישות טכניות ומסחריות, שירותים לצרכן ועוד ניתן למצוא בתקנות המלאות באתר משרד התשתיות הלאומיות

<http://www.mni.gov.il/mni/Energy/Laws>

³ ס"ח התשנ"ו, עמ' 208; התשס"ג, עמ' 388.

נספח 3: תעריפים ופרמיות מן הרשות לשירותים ציבוריים - חשמל

הנתונים בנספח זה נלקחו מלוחות תעריפים של הרשות לשירותים ציבוריים – חשמל כפי שפורסמו ב-1/3/2006. הפרקים הרלבנטיים בלוחות אלה לדו"ח זה הם: פרק 6- עסקאות חשמל פרטי; ופרק 11- תעריפי איכות הסביבה. פרק 11 מובא כאן ככתבו וכלשונו ואילו מפרק 6 נלקחו הסעיפים העיקריים העוסקים בחישוב התעריפים ליצרן הפרטי (עם ובלי קוגנרציה) והושמטו הסעיפים העוסקים בחריגות וסטיות למיניהם.

פרק 6: עסקאות חשמל פרטי

6.1: עסקאות פרטיות – עקרונות

פקטור תעו"ז	מש"ב	עונה
0	שפל	חורף
0.822	גבע	
1.399	פסגה	
0	שפל	מעבר
0.715	גבע	
1.2	פסגה	
0	שפל	קיץ
0.911	גבע	
1.445	פסגה	

לוח 1-6.1: פקטור התעו"ז (פקטור F) לחישוב תעריפים ליצרנים פרטיים

$$Md_1 = \frac{0.87 * CPI}{101.1} + \frac{0.13 * \$}{4.5605}$$

CPI – מדד מחירים לצרכן (המדד הידוע)
 \$ - ממוצע שער הדולר השוטף בחודש הקודם לפי כל ימי העסקים כפי שמפרסם בנק ישראל

לוח 2-6.1: מקדם הצמדה Md1 להון ותפעול

$$Md_2 = \frac{0.30 * CPI}{101.1} + \frac{0.7 * \$}{4.5605}$$

CPI – מדד מחירים לצרכן (המדד הידוע)
 \$ - ממוצע שער הדולר השוטף בחודש הקודם לפי כל ימי העסקים כפי שמפרסם בנק ישראל

לוח 3-6.1: מקדם הצמדה Md2 למרכיב אנרגיה מיוצרת

6.2: מכירת חשמל ע"י יצרן פרטי

(חסר)

תעריף רכיב ייצור בסיסי	מש"ב	עונה
8.83	שפל	חורף
31.96	גבע	
53.39	פסגה	
9.30	שפל	מעבר
27.62	גבע	
44.59	פסגה	
9.68	שפל	קיץ
34.99	גבע	
54.12	פסגה	
29.70	תעריף משוקלל	

לוח 1-6.3 : רכיב הייצור – באגורות לקוט"ש

רכיב ייצור לדיזל גנרטורים קטנים במזוט :6.4

$$M_d1 * 15.663 * F + F_P * 0.02152$$

FP מחיר המזוט הרלוונטי (2)(3) בש"ח לטון לפי שער בז"ן בתוספת עלות הבלו, עלות ניפוק ואחסון, מע"מ ועמלות הובלה ושיווק כקבוע בלוח תעריפים 6.4-2 להלן.
F – פקטור תע"ז לפי לוח 6.1 – 1

לוח 1-6.4: רכיב ייצור באגורות לקוט"ש לדיזל גנרטור בקוגנרציה במזוט או דיזל גנרטור קונבנציונלי במזוט המחובר לרשת החלוקה

עלויות הובלה ושיווק 54

לוח 2-6.4: עלויות הובלה ושיווק בש"ח לטון

תעריף אנרגיה ליצרן קונבנציונלי :6.5

Md1*7.49*F	(1) עתודה מיידית
Md1*7.269*F	(2) עתודה סובבת
Md1*7.197*F	(3) עתודה מהירה
Md1*7.125*F	(4) עתודה איטית
Md1*7.07*F	(5) עתודה איטית מאוד

לוח 1-6.5 : תעריף לרכישת יכולת זמינה פנויה באגורות לקוט"ש זמינות מיצרנים פרטיים המחוברים לרשת ההולכה ופועלים במחזור משולב

Md1*5.3*F	(1) עתודה מיידית
Md1*5.141*F	(2) עתודה סובבת
Md1*5.09*F	(3) עתודה מהירה
Md1*5.04*F	(4) עתודה איטית
Md1*5.0*F	(5) עתודה איטית מאוד

לוח 2-6.5 : תעריף לרכישת יכולת זמינה פנוייה באגורות לקוו"ט זמינות מיצרנים פרטיים המחוברים לרשת ההולכה ופועלים במחזור פתוח

$$(20.0 * F + 3) * Md_2$$

Md₂ – מקדם הצמדה לפי לוח 6.1-3
F – פקטור תעו"ז לפי לוח 6.1 - 1

לוח 3-6.5 : תעריף אנרגיה כולל מירבי ליצרן קונבנציונלי באגורות לקווט"ש

תעריף רכיב ייצור ליצרנים בקוגנרציה : 6.6

$$(18.3 * F + 2) * Md_2 * Q^{-0.11}$$

Md₂ – מקדם הצמדה לפי לוח 6.1-3
F – פקטור תעו"ז לפי לוח 6.1 - 1
Q – כמות הקווט"ש השנתית שנמכרה לרשת ביחידות של מיליארדי קווט"שים

לוח 1-6.6 : תעריף רכיב ייצור ליצרנים בקוגנרציה הפועלים בגז טבעי באגורות לקווט"ש

$$(22.88 * F + 2.5) * Md_2 * Q^{-0.11}$$

Md₂ – מקדם הצמדה לפי לוח 6.1-3
F – פקטור תעו"ז לפי לוח 6.1 - 1
Q – כמות הקווט"ש השנתית שנמכרה לרשת ביחידות של מיליארדי קווט"שים

לוח 2-6.6 : תעריף רכיב ייצור חצי שעותי וולנטרי מירבי ליצרן בקוגנרציה באגורות לקווט"ש

פרק 11: תעריפי איכות הסביבה

11.1: פרמיות חיסכון בזיהום

סוג	דולר לטון מזהם	סנט לגרם
חלקיקים	9,500	0.95
תחמוצות חנקן	2,400	0.24
תחמוצות גופרית	3,190	0.319
פחמן דו חמצני	7	0.0007

לוח 1-11.1: עלות זיהום בדולר לטון מזהם

$$P_P = \text{רמת פליטת חלקיקים ביחידות גרם/קווט"ש}$$

$$P_N = \text{רמת פליטת תחמוצות חנקן ביחידות גרם/קווט"ש}$$

$$P_S = \text{רמת פליטת תחמוצות גופרית ביחידות גרם/קווט"ש}$$

$$P_C = \text{רמת פחמן דו חמצני למעט פחמן נייטרלי ("carbon neutral") ביחידות גרם/קווט"ש}$$

פרמיה (אגורות לקוט"ש)						
סה"כ (100% מהפרמיה)	פחמן דו חמצני (למעט carbon neutral)	תחמוצות גופרית	תחמוצות חנקן	חלקיקים	מש"ב	עונה חורף
10.085	2.699 – (P _C *0.003)	4.301 – (P _S *1.451)	2.699 – (P _N * 1.092)	0.386 – (P _P *4.321)	שפל	מעבר
6.358	1.829 – (P _C *0.003)	2.788 – (P _S *1.451)	1.246 – (P _N * 1.092)	0.494 – (P _P *4.321)	גבע	
8.493	2.976 – (P _C *0.003)	1.720 – (P _S *1.451)	3.243 – (P _N * 1.092)	0.554 – (P _P *4.321)	פסגה	
10.085	2.699 – (P _C *0.003)	4.301 – (P _S *1.451)	2.699 – (P _N * 1.092)	0.386 – (P _P *4.321)	שפל	
6.358	1.829 – (P _C *0.003)	2.788 – (P _S *1.451)	1.246 – (P _N * 1.092)	0.494 – (P _P *4.321)	גבע	קיץ
8.493	2.976 – (P _C *0.003)	1.720 – (P _S *1.451)	3.243 – (P _N * 1.092)	0.554 – (P _P *4.321)	פסגה	
10.085	2.699 – (P _C *0.003)	4.301 – (P _S *1.451)	2.699 – (P _N * 1.092)	0.386 – (P _P *4.321)	שפל	
6.358	1.829 – (P _C *0.003)	2.788 – (P _S *1.451)	1.246 – (P _N * 1.092)	0.494 – (P _P *4.321)	גבע	קיץ
8.493	2.976 – (P _C *0.003)	1.720 – (P _S *1.451)	3.243 – (P _N * 1.092)	0.554 – (P _P *4.321)	פסגה	

לוח 2-11.1: חישוב הפרמיות ליצרנים פרטיים באנרגיות מתחדשות באגורות לקווט"ש

נספח 4: תכנית פורום אנרגיה בנושא מערכות קוגנרציה, 22.5.2006

13:00 : פתיחה

חיים מלמד, משרד התשתיות הלאומיות, מינהל החשמל:
הגדרות קוגנרציה בעולם

דן ויינשטוק, משרד התשתיות הלאומיות, מינהל החשמל:
תקנות משק החשמל בישראל – קוגנרציה

ד"ר מרים לב-און, The Levon Group LLC:

Highlights of The U.S Combined Heat and Power Initiative

אהרן גרבלי, מפעלי ניר אמריקאים-ישראלים בע"מ:
דגם קוגנרציה תעשייתית

אברהם זבדי, יועץ לתחנות כוח וקוגנרציה:

ניסיון בהקמת פרויקטי קוגנרציה בישראל

חיים פרנץ, מפעלי ים המלח:

קוגנרציה במפעלי ים המלח

אלי וסרמן, קיבוץ שובל:

תיאור מתקן הקוגנרציה הפועל בקיבוץ שובל

14:40-15:10 : הפסקה

15:10-17:00 : דיון פתוח, תוך התמקדות בשאלות הבאות :

- מהם המכשולים העומדים בפני ייצור משולב של חשמל וחום במערכות קוגנרציה בארץ?
- מדוע הנושא אינו "ממריא", למרות התקנות הממשלתיות לעידוד הנמצאות בתוקף?
- מה ידוע על תכניות לעידוד קוגנרציה בעולם ומה ניתן ללמוד מהן לגבי ישראל?
- מה ניתן ללמוד מפרויקטים בתחום הקוגנרציה שהוקמו בארץ, כאלו שהצליחו וכאלו שנכשלו, על הגורמים להצלחה ועל הגורמים לכישלון.
- מי מקבלי ההחלטות במפעלים ובארגונים וכיצד ניתן לגרום להם לקדם את הנושא במפעל/ארגון שלהם.

17:00 : סיום